[MAC0211] Laboratório de Programação I
Aula 6
Linguagem de Montagem
(Pilha e sub-rotinas)

Kelly, adaptado por Gubi

DCC–IME–USP

14 de agosto de 2017

A pilha

"Definição":

É uma porção da memória que é compartilhada com o sistema operacional. Essa memória tem uma política de acesso do tipo "o último item a entrar será o primeiro a sair".

É usada para:

- a comunicação entre programas e subprogramas
- armazenamento temporário
- chamadas ao sistema operacional

Mas é preciso ter cuidado...

O uso incorreto da pilha pode "quebrar" um programa ou o sistema todo.

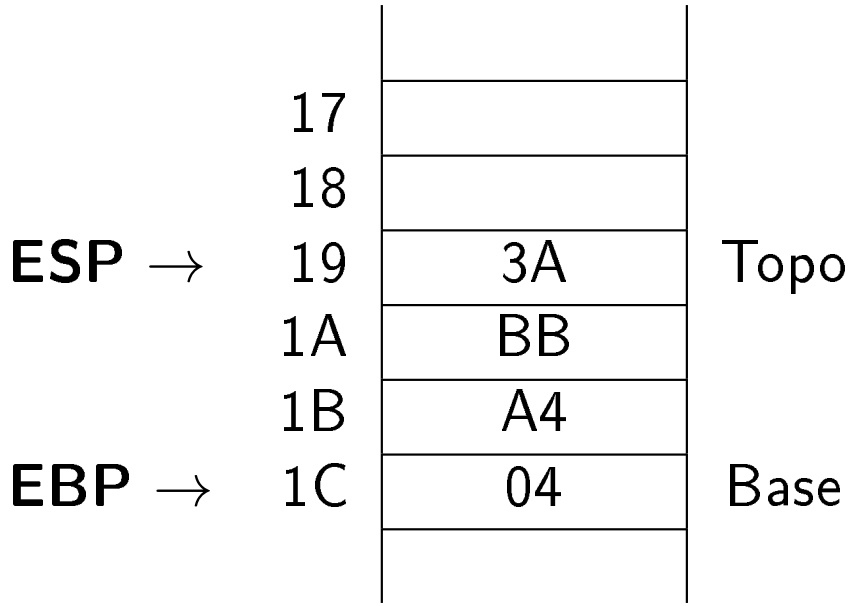
Os apontadores da pilha

Registrador EBP (de *base pointer*)

- Armazena o endereço da "base" da pilha

Registrador ESP (de *stack pointer*)

- Armazena o endereço do "topo" da pilha



Operações de manipulação da pilha – **PUSH**

Formato

- **PUSH** ***reg/mem/const***

Armazena o valor do operando no topo da pilha. O número de bits que serão armazenados da pilha é definido pelo tamanho do operando.

Obs.: não pode ser aplicada a operandos de 8 bits.

Exemplo

```
push   %eax
```

que equivale a

```
sub    $4, %esp
mov    %eax, (%esp)
```

Operações de manipulação da pilha – POP

Formato

- **POP** ***reg/mem***

Remove o valor do topo da pilha e o armazena no operando. O número de bits que serão retirados da pilha é definido pelo tamanho do operando.

Obs.: não pode ser aplicada a operandos de 8 bits.

Exemplo

```
pop   %bx
```

que equivale a

```
mov   (%esp) , %ebx
add   $2, %esp
```

Operações de manipulação da pilha – **PUSHA** e **POPA**

Formatos

- **PUSHA** ; de *push all*

  Empilha o valor de todos os registradores de uso geral da arquitetura 80x86. Os registradores são empilhados na seguinte ordem: eax, ecx, edx, ebx, esp, ebp, esi e edi.

- **POPA** ; de *pop all*

  Desempilha o valor de todos os registradores de uso geral da arquitetura 80x86. Os registradores são desempilhados na ordem inversa à usada no PUSHA.

Operações de manipulação da pilha – **PUSHF** e **POPF**

Formatos

- **PUSHF** ; de *push flags*

  Empilha o valor de todas as *flags*.

- **POPF** ; de *pop flags*

  Desempilha o valor de todas as flags.

Sub-rotinas (= subprogramas)

- São usadas para implementar tarefas complexas usando componentes mais simples
- Melhoram a legibilidade do código e facilitam sua manutenção (por evitar replicações)
- Podem ser chamadas como se fossem uma instrução presente na linguagem de programação usada
- Em linguagem de montagem, podem ser implementadas com o auxílio das instruções **CALL** e **RET**

Operações de manipulação da pilha – **CALL** e **RET**

Formatos:

- **CALL** ***rot***
  Salva na pilha o endereço da instrução seguinte e depois transfere a execução para o endereço especificado pelo rótulo.
  Equivale a (se pudéssemos manipular o registrador EPI):

```
push   %epi
jmp    rot
```

- **RET**
  Recupera da pilha o endereço da instrução a ser executada na sequência e depois transfere a execução para esse endereço.
  Equivale a (se pudéssemos usar um registrador para especificar o destino de um salto):

```
pop    %ebx
jmp    %ebx
```

Implementação de sub-rotinas

Exemplo de programa

```
_start:
            ...
            call abre_arq
            ...                 ; faz operacoes de manipulacao do arquivo
            ...                 ; faz outras operacoes quaisquer
            call fecha_arq
            ...

abre_arq:
            ...
            mov  $5, %eax     ; chamada ao sistema (open)
            int  0x80
            ret

fecha_arq:
            ...
            mov  $6,%eax     ; chamada ao sistema (close)
            int  0x80
            ret
```

Implementação de funções

Considerações gerais:

- funções são implementadas como sub-rotinas (com CALL e RET)
- a passagem de parâmetros é feita via pilha
- a pilha também é usada para armazenar as variáveis locais da função
- o valor de retorno da função pode ser devolvido na pilha ou em EAX
- a função não deve "estragar" o valor dos registradores

Responsabilidade do chamador:

- empilhar parâmetros
- chamar função
- liberar espaço dos parâmetros

Implementação de funções

Responsabilidade da função chamada:

- salvar BP do chamador
- salvar todos os registradores que vão ser afetados
- alocar espaço para variáveis locais
- realizar trabalho usando argumentos e variáveis locais
- setar valor de retorno (em espaço próprio ou em EAX)
- desalocar o espaço das variáveis locais
- restaurar registradores afetados
- restaurar BP
- retornar

Implementação de funções

Exemplo – ver arquivo `funcao.asm`

Implementação de uma função que possui o seguinte protótipo

```
int FUNC (int A, int B, int C)
```

e que tem como saída o valor de $(A^2 + B^2)/C^2$.

Exercícios

1. Faça uma função que receba como parâmetro de entrada um número inteiro *i* e uma *string* *s* (= endereço de um vetor de caracteres), transforme *i* em *string* e o armazene em *s*.
2. Faça uma função que receba como parâmetro de entrada um número inteiro *i* e uma *string* *s* (= endereço de um vetor de caracteres), e armazena em *s* a representação em hexadecimal do número.
   Dica: você pode usar operações lógicas e rotações (SHR e SHL) para obter bits específicos de um número. Por exemplo,

   shr $4,%eax

   rotaciona EAX 4 bits à direita (o que equivale a dividir o número por 2^4)

Bibliografia e materiais recomendados

- Slides de uma aula da universidade de Princenton sobre funções em linguagem de montagem
  `http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr11/cos217/lectures/15AssemblyFunctions.pdf`
- Capítulos 3, 4, 6 e 7 do livro *Linux Assembly Language Programming*, de B. Neveln
- Livro *The Art of Assembly Language Programming*, de R. Hyde
  `http://cs.smith.edu/~thiebaut/ArtOfAssembly/artofasm.html`
- *The Netwide Assembler* – NASM
  `http://www.nasm.us/`
- *GNU Assembler* – GAS
  `http://sourceware.org/binutils/docs-2.23/as/index.html`
- Notas das aulas de MAC0211 de 2010, feitas pelo Prof. Kon
  `http://www.ime.usp.br/~kon/MAC211`

Cenas dos próximos capítulos...

- Ainda sobre linguagem de montagem
  - Interface entre programas em linguagem de montagem e em C
  - Depuração